

XYLOTOMIE DER PANNONISCHEN BRAUNKOHLN VON RUDABÁNYA

Á. HARASZTY

Botanisches Institut der Universität, Debrecen

(Eingegangen: 22. Januar 1960)

Vorliegende Arbeit ist eine Ergänzung und zugleich auch der letzte Teil meiner an den heimatischen holzigen tertiären Braunkohlen gemachten mikroskopischen Untersuchungen, deren Zweck die paläobotanische Erschließung der Braunkohlen, die Klarstellung des paläobotanischen Ursprungs der Kohlenflöze war. Bisher habe ich die aus der Torton-Etage des Miozän stammenden, in der Umgebung von *Hidas-bánya*, *Herend-Szentgál* und *Várpalota* gelagerten Braunkohlen, ferner das in dem viel jüngeren Pliozän der Pannonischen Etage entstandene Lignit von *Petőfibánya-Rózsaszentmárton*, das aus der Umgebung von *Kőszeg* aus dem *Pogánytal*, sowie das von dem auf rumänischem Staatsgebiet liegenden *Borod* (*Nagybárd*) stammende Braunkohlenmaterial (6, 7, 8, 9) aufgearbeitet. Ich habe die von J. MAÁCS aufgearbeiteten Braunkohlen der *Pereceser* Bergwerke kontrolliert, und jetzt habe ich die Untersuchungen des letzten derartigen Lignitlagers unserer Heimat, des Bergwerks von *Rudabánya*, beendet.

Das Kohlenflöz liegt nach den Daten von G. PANTÓ (16) als Oberflächenformation des *Rudabányaer* Eisenerzzuges zwischen Sphärosiderit-Konglomerat und pleistozänem rotem Ton. So kann also die Entstehung der Kohle in die etwa eineinhalb Millionen Jahre vor unserer Zeit liegende Periode der oberen Pannonischen Etage des Pliozän versetzt werden.

Die Sammelarbeit habe ich im Frühling 1958 selbst verrichtet, und zwar in dem unteren, mittleren und oberen Horizont des sogenannten *Andrássy-* und *Vilmosi-*Grubenteils. Das Untersuchungsmaterial habe ich in einer STRASBURGER—FLEMMING-Lösung zur mikrotechnischen Aufarbeitung geeignet gemacht. Es ist auffallend, daß das Kohlenmaterial außergewöhnlich schlecht erhaltbar ist, und das bezieht sich auf beinahe jedes der gesammelten 50 Probestücke. Der Grund dessen mag auch das sein, daß der offene Abbau heute schon nicht mehr benutzt wird und sich das Kohlenmaterial der Oberfläche infolge des Einwirkens der Atmosphärien in verwittertem, zerfallendem Zustand befindet. Aber auch selbst die intakten Kohlenproben sind für mikroskopische Schnitte in zerbröckelndem Zustand, und es kann nur mit größter Vorsicht ein definierbares Präparat erreicht werden. Dieser Umstand hat die Arbeit erschwert und langwierig gemacht.

Die hier erreichten Ergebnisse kurz zusammenfassend kann auf Grund des durch mikroskopische Beobachtungen nachweisbaren, im großen und ganzen eckigen Querschnittbildes der Tracheiden, der Glätte der tangentialen Wände der Markstrahlen, dem Fehlen der Harzkanäle, den opponierten Hoftüpfeln der radialen Wände der Tracheiden, schließlich auf Grund der taxodioiden Tüpfelung der Kreuzungsfelder festgestellt werden, daß die Urpflanzen der Braunkohle überwiegend die charakteristischen Merkmale der Familie *Taxodiaceae* tragen.

Taxodioxylon gypsaceum

Es gelang, innerhalb der Familie zwei Gattungen zu unterscheiden. Die Mehrheit der Musterproben weist außer den charakteristischen histologischen Familienzügen die xylotomischen Eigenheiten der *Sequoia sempervirens* Riesen-

tanne auf. Die bei der Bestimmung ausschlaggebenden Querwände der Längsparenchymzellen sind glatt, es kann höchstens eine unbedeutende, im großen und ganzen gleichmäßige Verdickung an ihnen beobachtet werden (Fig. 1—5). Das Innere der Zellen ist mit unregelmäßig geformtem Melanoresinit-Einschlusmaterial angefüllt. Der Spalt der Tüpfel der Kreuzungsfelder ist eine waagerecht gelegene, verflachte Ellipse, das heißt, die Tüpfel sind taxodioiden Charakters. Da sich aber im Kreuzungsfeld 3—4 Tüpfel nebeneinander befinden, weist dies auf den Formenkreis von *Sequoia sempervirens* hin (Fig. 6). Bei der anderen *Sequoia*-Arten, die in Betracht gezogen werden könnte, der *Sequoia gigantea*, gibt es nämlich auf dem Kreuzungsfeld nur einen, höchstens zwei Tüpfel. Auf Grund dieser histologischen Eigenschaften können die Urpflanzen der Lignitproben als *Taxodioxydon gypsaceum* Kräusel (= *Taxodioxydon sequoianum* Gothan) bestimmt werden.

Glyptostroboxylon tenerum

Ein Teil des Lignitmaterials unterscheidet sich — bei histologischer Übereinstimmung der Familienmerkmale — durch folgendes:

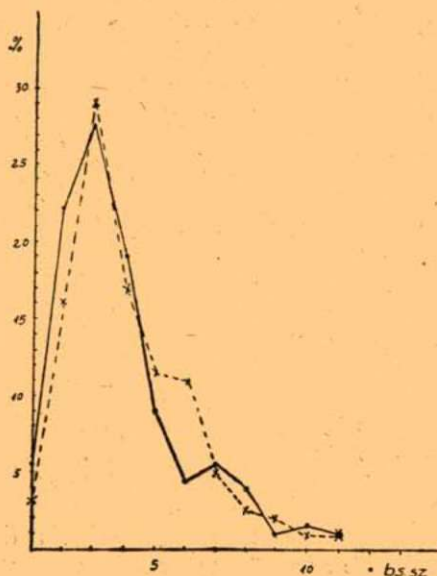
An den, an dem Tangentialschnitt gut zu unterscheidenden Querwänden der Längsparenchymzellen sind einknotige, seltener zweiknotige Verdickungen (Fig. 7., 8) zu beobachten, aber zahnradähnliche Verdickungen, wie sie für *Taxodium* charakteristisch sind, gibt es keine!

An der Radialwand der Tracheiden sieht man auf dem radialen Schnitt die Hoftüpfel in einer Reihe angeordnet. Ihr Hof ist kreisförmig oder gestreckt, liegend elliptisch. Die einknotige Verdickung der Querwand des Längsparenchymis ist auch hier zu sehen. Die Tüpfel der Kreuzungsfelder sind von glyptostroboidem Typ, das heißt, ihre Öffnung bildet eine schräg gelegene, breite Ellipse, die einem Kreis nahekomm (Fig. 9—11). Die Tüpfel sind im Verhältnis zu den Maßen der Markstrahlzelle groß, aber auch absolut genommen ziemlich größer als die Tüpfel von *Sequoia*. Ihre Anzahl beträgt in den Randzellen 3—4, in den mittleren Zellen meistens 2.

Folgende Tabelle zeigt das durchschnittliche Maßverhältnis der Breite der Markstrahlzellen und der Tüpfel der Kreuzungsfelder bei rezenten und fossilen Sumpfköniferen.

Name	Breite der Markstrahlzelle	Durchmesser des Tüpfels
Glyptostrobus	14,6	7,7
Glyptostroboxylon	14,3	8,0

Auf dem Graphikon sind die Daten der Markstrahlhöhe mit rezentem *Glyptostrobus* verglichen, im Durchschnitt von je 200 Markstrahlen dargestellt. Auf der waagerechten Achse ist die Höhe der Markstrahlen, auf der lotrechten Achse der %o-Wert der Häufigkeit der Markstrahlen verschiedener Höhe bezeichnet (die fortlaufende Linie bedeutet die Markstrahlhöhen des rezenten, die gestrichelte die des fossilen Materials).



Die Kongruenz der Markstrahlkurve, die einknotig verdickten Querwände des Längsparenchym, der glyptostroboide Typ der Tüpfel der Kreuzungswände und deren Maße weisen darauf hin, daß auf Grund all dessen die einstigen Pflanzen dieser Kohlenproben in den Formenkreis der *Glyptostrobus* Sumpfkönifere eingereiht und — als fossile Art — als *Glyptostroboxylon tenerum* Conventz bestimmt werden können.

Palmoxylon sp.

Aus den Lignitproben sind als interessanteste Funde auch Palmenüberreste zum Vorschein gekommen. Es war unmöglich, aus den zerfallenden, bröckelnden Kohlenproben größere Schnittstücke zu machen, aber auch aus den kleineren Schnitteilen konnte das Bild der Stammstruktur der Proben 7 und 16 rekonstruiert werden. An dem ganzen Querschnitt sind nämlich durch mächtige Sklerenchymbündel verstärkte Stränge in zerstreuter Anordnung zu sehen, und der zwischen diesen Strängen befindliche Raum ist mit vollständig zusammengedrücktem, lockerem Parenchym ausgefüllt. Dieses durch kräftige Bastfaserbündel geschützte, zerstreute Strängesystem ist ausschließlich für die Stammstruktur der Palmen charakteristisch, und so kann ohne Zweifel festgestellt werden, daß an der Gestaltung der Braunkohle von *Rudabánya* auch einstige Palmenbäume teilgenommen haben.

Fossile Palmenstämme können ohne Blätterüberreste nicht einmal der Gattung nach bestimmt werden; deshalb müssen wir uns auf Grund der internationalen Vereinbarung mit der Benennung *Palmoxylon* sp. begnügen (Fig. 13—15).

Nur wenige Palmenüberreste sind aus der vergangenen Flora unserer Heimat bekannt, und auch diese stammen in Form von Blattresten eher aus dem Eozän. Ein versteinertes Stammüberrest ist aus dem miozänen Fund von *Ipolytarnóc* zum Vorschein gekommen, und von P. GREGUSS als *Sabal*-Typ-Palme bestimmt worden (4). Aus unseren Braunkohlen sind Palmenspuren (11) kaum bekannt; auf dem Gebiet unserer Heimat habe ich selbst die erste Spur in dem aus dem Miozän stammenden Braunkohlenmaterial von *Herend-Szentgál* gefunden (8). Der Fund von *Rudabánya* besitzt einen im allgemeinen an denselben erinnernden Aufbau und ist in seiner Stammstruktur der der urweltlichen, paläotropischen Ölpalme *Elaeis* und der Gebirgspalme *Chamaedorea* ähnlich, zugleich ist er auch der jüngste Palmenrest auf heimatlichem Gebiet.

Diese Ergebnisse stimmen im großen und ganzen mit meinen über die heimatlichen Braunkohlen des Tertiärs publizierten bisherigen Resultaten überein. Der vorherrschende waldbildende Baum ist hier die *Sequoia* Riesentanne, wobei die, mit Ausnahme des *Boroder* Kohlengebietes, überall nachweisbare *Taxodium* Sumpfyypresse in *Rudabánya* fehlt. Dies läßt darauf schließen, daß an der Ostküste des Pannonischen Meeres schon nur mehr die *Sequoia*-Gattung größere Wälder gebildet hat.

Die *Sequoia*-Urbäume gehören zum Formenkreis der heutigen *Sequoia sempervirens*, die jetzt in der Nebelregion der kalifornischen Küste des Stillen Ozeans in 500—600 m Meereshöhe prangt, wo das Gebiet durch eine Normaltemperatur von im Januar 11,9°, im Juli 19,3°, im Jahresdurchschnitt 15,4°, bei einem Wintermaximum von etwa 500 mm Niederschlag gekennzeichnet ist.

Die heute lebende Art der *Glyptostrobus*-Gattung, die *Glyptostrobus heterophyllus* Sumpfkönifere gedeiht in den südlichen Gegenden von Ostchina, wo eine Normaltemperatur von im Januar 6°, im Juli 30,2° und jährlich 17,7° herrscht, und das sommerliche Maximum des Niederschlags 1400 mm erreicht.

Die Palmen beanspruchen im allgemeinen ein wärmeres Klima, können aber auch extreme Temperaturverhältnisse ertragen, wie dies z. B. die Palmenhaine der Sahara beweisen.

Das Florabild der Entstehungsperiode der gleichaltrigen Braunkohle von *Rudabánya* und *Rózsaszentmárton* kennen wir auf Grund der Makrofossilien und der Pollenuntersuchungen des letzteren Standortes ziemlich gut (15). Die der *Taxodiaceae*-Familie zugehörigen, einst vorherrschenden Bäume waren die *Sequoia* Riesentanne und die *Taxodium* Sumpfyypresse, außer diesen vertraten Urzypressenarten, *Glyptostrobus* Sumpfköniferen und aus Makrofossilien bekannte *Pinus* die Gymnospermen. Die verhältnismäßig niedrige Anzahl der Köniferenarten wurde durch die riesige Individuenanzahl ausgeglichen, was dadurch zu erklären ist, daß die Köniferen windblütige Bäume sind, die nur in großen Populationen leben, und man so mit Wäldern von mächtiger Ausdehnung zu rechnen hat, aus deren Holzmaterial z. B. die 200 km² umfassenden und auf 200 Millionen Tonnen geschätzten Lignitkohlenflöze von *Rózsaszentmárton* entstanden sind.

Von den bedecktsamigen Laubbäumen sind in *Rózsaszentmárton* nach den Daten von Frau E. NAGY in verschwindend kleinem Prozentsatz *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Tilia*, *Engelhardtia*, *Castanea*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Ilex*, *Ficus tiliæfolia*, *Corylus*, *Salix*, *Quercus*, *Fagus orientalis* zugegen, von den Wasser- und Sumpfpflanzen *Typha*, *Trapa*, *Nymphaea* und *Nelumbo* (15).

Die Pflanzengemeinschaft zeigt eine von der heutigen verschiedene Mischung der Gattungen und Arten. Es haben hier solche Gattungen beisammen existiert, die heute auf durch Ozeane von einander getrennten Gebieten leben, z. B. die im Südwesten von Nordamerika lebende *Sequoia* und der in China einheimische *Glyptostrobus* Baum, oder die von dem Himalayagebirge bis zum Malayagebiet gedeihende *Engelhardtia* und *Fagus orientalis* im nahen Osten usw.

Auf Grund der Makrofossilien kann aus den individuellen Daten der Arten das wahrscheinliche Klima der Flora von *Rózsaszentmárton* errechnet werden, das durch 6,6° Normaltemperatur im Januar, 22,4° im Juli und eine jährliche Normaltemperatur von 14,8° charakterisiert wäre, mit 15,8° jährlicher Schwankung (17). Dieses Klima würde dem an den Grenzen der heutigen subtropischen und der warmen mediterranen, mittelmäßigten Zone herrschenden Klima entsprechen, dessen Florazyklus von ANDREÁNSZKY oligotropische Flora benannt wurde (1).

Es ist wahrscheinlich, daß sich sowohl in *Rózsaszentmárton* als auch in *Rudabánya* am Rand des sich versumpfenden Küstenstrichs ein Moorwald gebildet hat, dessen vorherrschender Baum *Taxodium*, resp. *Glyptostrobus* war. Dieser Moorwald war von einem Küstenwald, später von dem Wald eines Gebirgsfußes umrandet, dessen vorherrschende Art ein *Sequoia*-Typ war, aber es scheint wahrscheinlich, daß dieser Urtyp solche Lebensbedingungen erfordert hat, die von den an Sonnenschein armen, nebeligen Verhältnissen, in denen die heutige *Sequoia sempervirens* lebt, verschieden gewesen sein mußten (15).

Der *Sequoia* Wald mag stufenweise in den in höheren Zonen entstandenen Laubwald übergegangen sein, in dem *Zelkova*, *Pterocarya*, *Juglans*, *Quercus*, *Fagus*, dann *Pinus*, *Picea* und *Abies* eine größere Rolle gespielt haben mögen. Der Palmenfund beweist, daß die Koniferen und Laubbäume von kleineren Palmenhainen unterbrochen waren, und das Bild zeigt so einen von dem heutigen wesentlich verschiedenen Charakter.

Am Ende des Pliozän bildeten sich also an den Ufern der verseichenden Meerbusen des ehemaligen Pannonischen Binnenmeeres in den Lagunen und Sümpfen jene Moorwälder und Küstenwälder, aus deren Holzmaterial, in einem wärmeren und ausgeglicheneren Klima als das heutige ist, die jungen Braunkohlenlager entstanden sind.

Zusammenfassung

Der Eisenerzgebirgszug von *Rudabánya* liegt im nordöstlichen Teil unserer Heimat, am südöstlichen Rande des *Gömör-Torna*-er Karsts. Die herrschende Deckenformation ist oberpannonischer Ton mit Braunkohle-Einlagerungen. Das Ziel der gegenwärtigen Arbeit war, das Braunkohlematerial durch xylotomische Methoden paläobotanisch aufzuschließen. Als Ergebnis kann festgestellt werden, daß sich das Braunkohleflöz zum Großteil aus dem Holzmaterial von *Sequoia*-Typ-Wäldern gebildet hat, wobei als vorherrschende Arten *Taxodioxydon gypsaceum* Kräusel (Bild 1—6) und *Glyptostroboxylon tenerum* Conventz (Fig. 7—11) zu unterscheiden sind. Außerdem erwiesen sich einige Probestücke als von Palmen herstammend und können so als *Palmoxylon* sp. bestimmt werden (Fig. 13—15). Es ist also wahrscheinlich, daß sich an den versumpfenden Küsten des Pannonischen Binnenmeeres ein Moorwald gebildet hatte, dessen vorherrschender Baum die *Glyptostrobus* Sumpfkönifere war. Dieser Moorwald war zuerst von einem Küstenwald, dann von einem Gebirgsfuß-Wald mit *Sequoia* als vorherrschendem Typ umgeben, hie und da durch Palmenhaine unterbrochen. Das einstige Klima

würde demjenigen heutigen Klima entsprechen, das an der Grenze zwischen der subtropischen und der warmen mediterranen Zone herrscht, die dazugehörige Flora aber der sogenannten oligotropischen Flora.

Schrifttum

- (1) *Andreánszky, G.*: Gliederung und Ökologie der jüngeren Tertiärflora Ungarns. *Magy. All. Földt. Int. Évkönyve* **44**, 7—326 (1955).
- (2) *Andreánszky, G.*: Sarmatische Flora von Ungarn. Budapest (1959).
- (3) *Freund, H.*: Handbuch der Mikroskopie in der Technik. B. **5**, Frankfurt a. M. (1951).
- (4) *Greguss, P.*: Az ipolytarnóci alsó-miocén, kövesült famadarványok. (Les vestiges du bois silicifié du Miocene inférieur d'Ipolytarnóc) *Földt. Közöny* **84**, 91—110. (1954).
- (5) *Greguss, P.*: Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. Budapest (1955).
- (6) *Haraszty, Á.*: Mikroskopische Untersuchung des Lignits von Gyöngyös und Rózsaszentmárton. *Bot. Közl.* **30**, 185—189 (1933).
- (7) *Haraszty, Á.*: Petőfibánya barnaszeneinek mikroszkópikus vizsgálata (Recherches microscopiques sur les lignites de Petőfibánya). *Magy. Tud. Akad. Biol. Oszt. Közl.* **245**—254 (1953).
- (8) *Haraszty, Á.*: Recherches anatomiques sur les xylites d'âge tortonien de Herend-Szentgál (Hongrie Occidentale). *Acta Bot.* **4**, 233—256 (1948).
- (9) *Haraszty, Á.*: A Borod (Nagybárd) környéki fás barnakőszenek xylotomiája (Xylotomie des lignites de Borod (Nagybárd)). *Acta Scienc. Univ. Debreceniensis* (1959).
- (10) *Hollendonner, F.*: A fenyőfélék fájának összehasonlító szövettana (Anatomie comparative du bois des Conifères) Budapest (1913).
- (11) *Jurasky, K.*: Deutschlands Braunkohlen und ihre Entstehung. Berlin (1936).
- (12) *Kräusel, R.*: Ist *Taxodium distichum* oder *Sequoia sempervirens* Charakterbaum der deutschen Braunkohle? *B. d. D. B. G.* **39**, 258—263 (1921).
- (13) *Kräusel, R.*: Die fossilen Coniferenholzer. Stuttgart (1949).
- (14) *Mägdefrau, K.*: Paläobiologie der Pflanzen. Jena (1953).
- (15) *Nagy, E.*: Palynologische Untersuchung der am Fuße des Mátragebirges gelagerten oberpannonischen Braunkohle. *Magy. All. Földt. Int. Évk.* **47**, 1—353 (1958).
- (16) *Pantó, G.*: A rudabányai vasércvonulat földtani felépítése. (Constitution géologique de la chaîne de minerai de fer de Rudabánya). *Magy. All. Földt. Int. Évk.* **44**, 329—490 (1956).
- (17) *Schenck, C. A.*: Fremdländische Wald- und Parkbäume I—III, Berlin (1939).
- (18) *Szádeczky-Kardoss, E.*: Szénközetan (Petrographie du charbon) Budapest (1952).
- (19) *Vadász, E.*: Kőszénföldtan (Géologie du charbon) Budapest (1952).

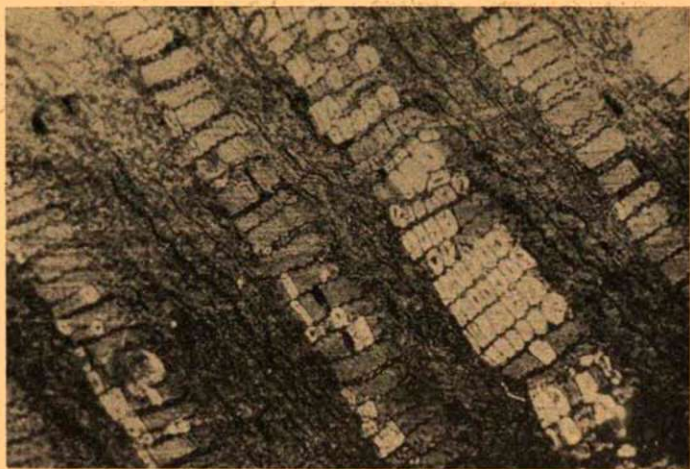


Fig. 1. *Taxodioxylon gypsaceum*. Querschnitt. $\times 100$

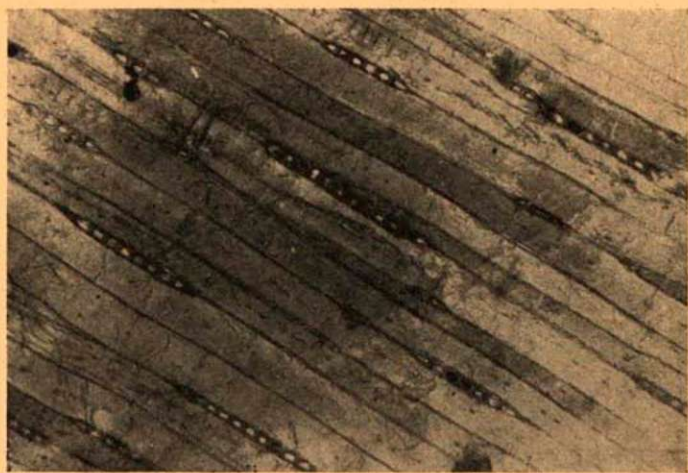


Fig. 2. *Taxodioxylon gypsaceum*. Tangentialer Längsschnitt $\times 170$

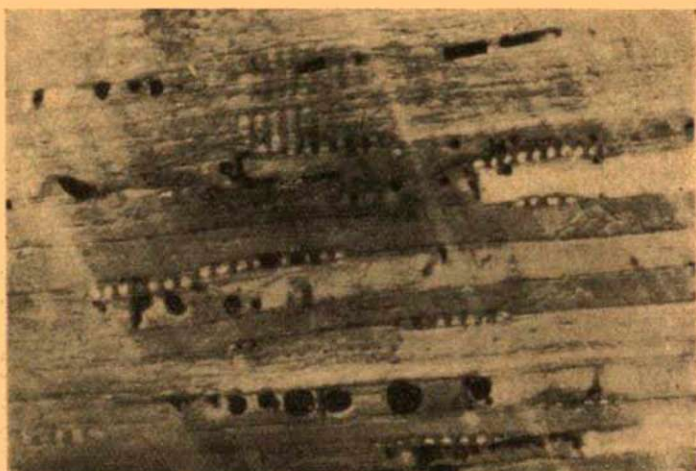


Fig. 3. *Taxodioxylon gypsaceum*. Tangentialer Längsschnitt $\times 160$



Fig. 4. *Taxodioxylon gypsaceum*. Radialer Längsschnitt.
Längsparenchymzellen mit glatten Querwänden $\times 500$

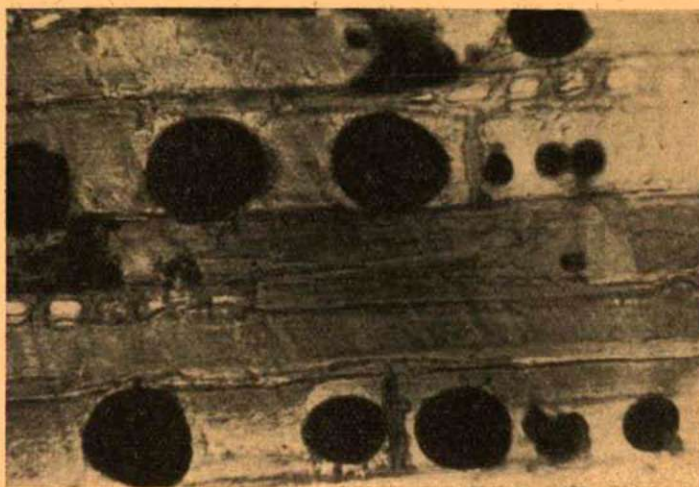


Fig. 5. *Taxodioxylon gypsaceum*. Tangentialer Längsschnitt.
In dem Längsparenchym sind Melanoresinit-Inklusionen und glatte Querwände
zu sehen. $\times 500$



Fig. 6. *Taxodioxylon gypsaceum*. Radialer Längsschnitt.
In den Kreuzungsfeldern taxodioid Tüpfel $\times 500$

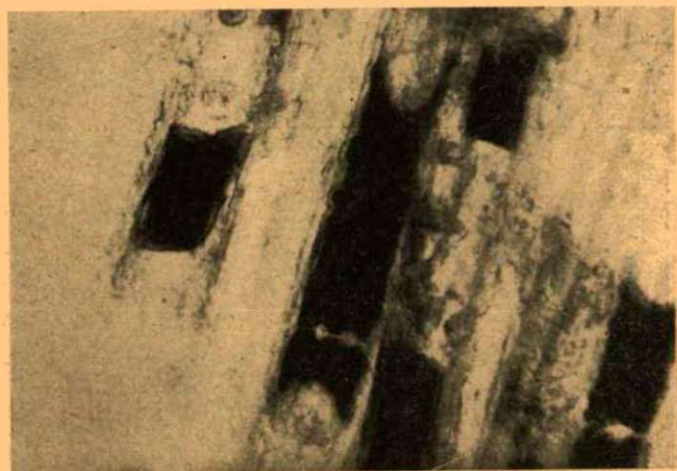


Fig. 7. *Glyptostroboxylon tenerum*. Tangentialer Längsschnitt.
An den Querwänden der Längsparenchymzellen sind Verdickungen mit ein bis zwei
Knoten zu sehen. $\times 500$

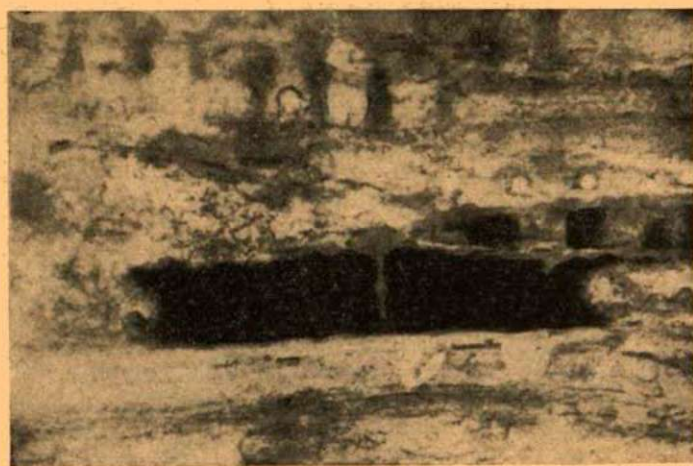


Fig. 8. *Glyptostroboxylon tenerum*. Radialer Längsschnitt.
Die einknotig verdickte Wand des Längsparenchyms ist sichtbar. $\times 500$

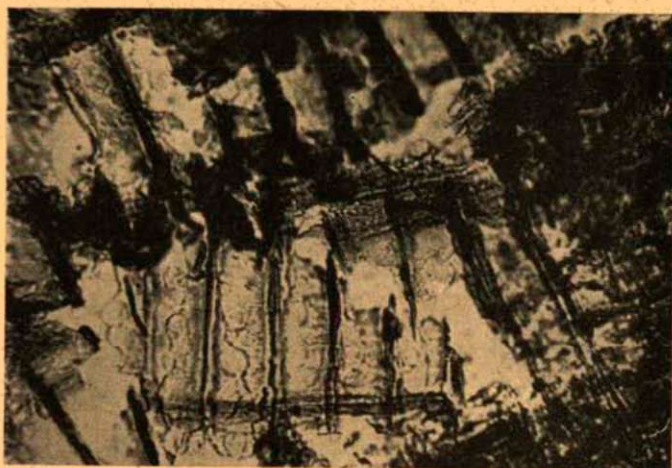


Fig. 9. *Glyptostroboxylon tenerum*. Radialer Längsschnitt.
In den Kreuzungsfeldern glyptostroboide Tüpfelung. $\times 500$



Fig. 10. *Glyptostroboxylon tenerum*. Radialer Längsschnitt.
In den Kreuzungsfeldern glyptostroboide Tüpfelung. $\times 500$

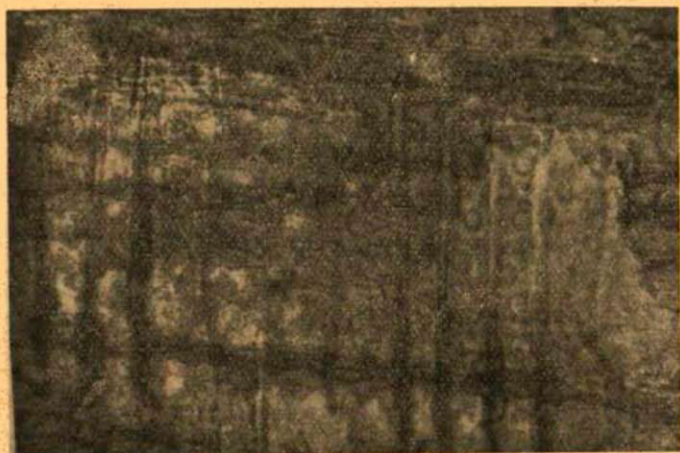


Fig. 11. *Glyptostroboxylon tenerum*. Radialer Längsschnitt.
In den Kreuzungsfeldern glyptostroboide Tüpfelung. $\times 500$

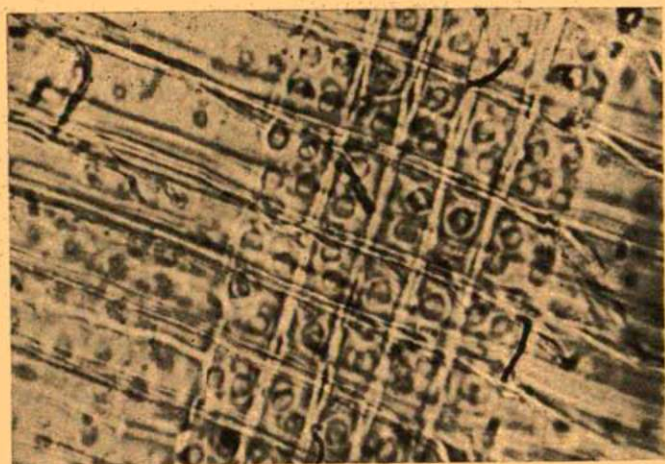


Fig. 12. *Glyptostrobus pensilis*, recens. Radialer Längsschnitt. Zum Vergleich. $\times 500$

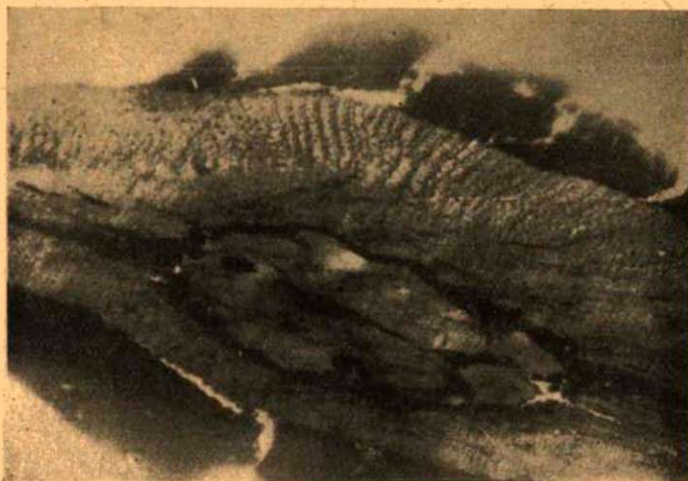


Fig. 13. *Palmoxylon* sp. Querschnitt. Mit Bastsklerenchymbündeln umgebener Strang. $\times 80$



Fig. 14. *Palmoxylon* sp. Querschnitt. Mit Bastsklerenchymbündeln umgebener Strang $\times 80$

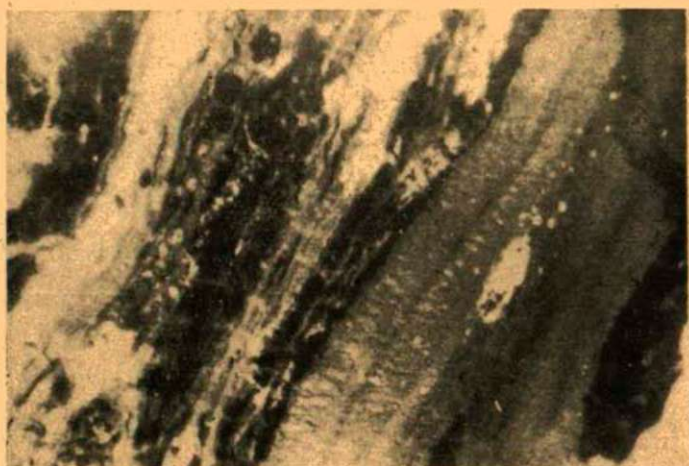


Fig. 15. *Palmoxydon* sp. Längsschnitt. Abwechselnde Sklerenchym- und Parenchymfelder. $\times 80$

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. Á. HARASZTY, Botanisches Institut der Universität, Debrecen 10 (Ungarn).